à l'Ouest de Montpellier qui manquent dans celles de l'Est.

9. — La grande place qu'occupe le Pin d'Alep à l'Est de Montpellier; son absence à l'Ouest; la richesse plus grande de l'association du Chêne vert à l'Ouest, permettent de préciser, autant qu'on peut le souhaiter, la limite entre deux secteurs botaniques du domaine méditerranéen français : le secteur du Bas-Rhône et le secteur occidental s'étendant des plaines du Roussillon et des basses Corbières jusqu'aux plaines et collines du Bas-Languedoc tel qu'il a été défini dans son ensemble[1] en 1901 par M. Flahault.

Nous devons ces résultats à la méthode rigoureuse du levé cartographique à grande échelle. Des procédés aussi minutieux exigent sans doute beaucoup de patience, mais seuls ils satisferont les observateurs qui ne peuvent se contenter d'à peu près.

Valeur de l'hydrotimétrie en géographie botanique pour l'étude des accidents locaux

(Suite)[2];

PAR M. LE Dr MAURICE LANGERON.

5° ***Valeur des 4 degrés hydrotimétriques.*** — Nous avons énuméré plus haut les quatre degrés qui, d'après Boutron et Boudet, permettent de calculer les éléments terreux d'une eau. De ces 4 dosages deux sont faciles à exécuter : ce sont le degré total et le degré après ébullition. Au contraire, pour les deux dosages faits après traitement par l'oxalate d'ammonium, la lecture est très difficile : la mousse apparaît péniblement et ne forme jamais qu'une couche très mince. Le chiffre obtenu est toujours très faible ce qui donne lieu à d'assez grosses erreurs pour peu qu'on ne saisisse pas exactement le moment où apparaît la mousse. Le 2e degré peut encore, à la rigueur, être déterminé, mais le 4e ne donne généralement que des résultats erronés. En effet la mousse se réunit encore plus mal que pour le 2e degré et, comme nous le verrons, une partie des sels de magnésium peut ne pas se dissoudre dans l'eau bouillie : les chiffres de la magnésie et de l'acide carbonique ont donc de grandes chances d'être inexacts.

Les résultats fournis par le degré pris après ébullition ne sont pas non

1. FLAHAULT (CH.), *loc. cit.*
2. Voir plus haut, p. 236.

plus irréprochables. Théoriquement l'acide carbonique libre se dégage; les bicarbonates se décomposent et se transforment en carbonates. Le carbonate de calcium se précipite alors, en entraînant généralement une certaine quantité de carbonate de magnésium quand ce sel existe; ce dernier doit d'ailleurs se redissoudre lors du refroidissement. On devrait donc en filtrant le liquide refroidi, ne séparer que le carbonate de calcium et titrer tous les sels de calcium autre que le carbonate ainsi que les sels de magnésium.

En pratique les choses ne se passent pas ainsi. Une première cause d'erreur résulte de ce que le carbonate de calcium est légèrement soluble dans l'eau. Boutron et Boudet ont d'ailleurs introduit dans leur méthode une correction constante de 3° qu'on doit retrancher du chiffre lu sur la burette, de manière à compenser cette erreur. Cette correction ne donne pas d'ailleurs une garantie d'exactitude, car Albert-Lévy, recherchant par l'analyse pondérale, dans le liquide filtré, le poids de chaux correspondant à ces 3 degrés, ne le trouve pas toujours. En outre, le même chimiste a reconnu que le carbonate de magnésium ne se redissout pas toujours complètement lors du refroidissement du liquide bouilli; il a constaté aussi que, dans certains cas, il se produit entre le carbonate de magésium et le sulfate de calcium, une double décomposition qui donne lieu à une précipitation du sulfate de calcium sous forme de carbonate de calcium. De là des inexactitudes dans le dosage des sels de magnésium et de calcium. Le chiffre obtenu pour le degré après ébullition est modifié par suite de ces multiples causes d'erreur et n'exprime plus exactement les rapports du carbonate de calcium avec les autres sels du même métal et ceux de magnésium. En outre, pour les eaux faiblement minéralisées (au-dessous de 8 degrés) il ne faut pas faire subir de correction au degré après ébullition, car on trouverait ainsi une proportion de carbonate de calcium beaucoup plus forte que celle qui existe réellement.

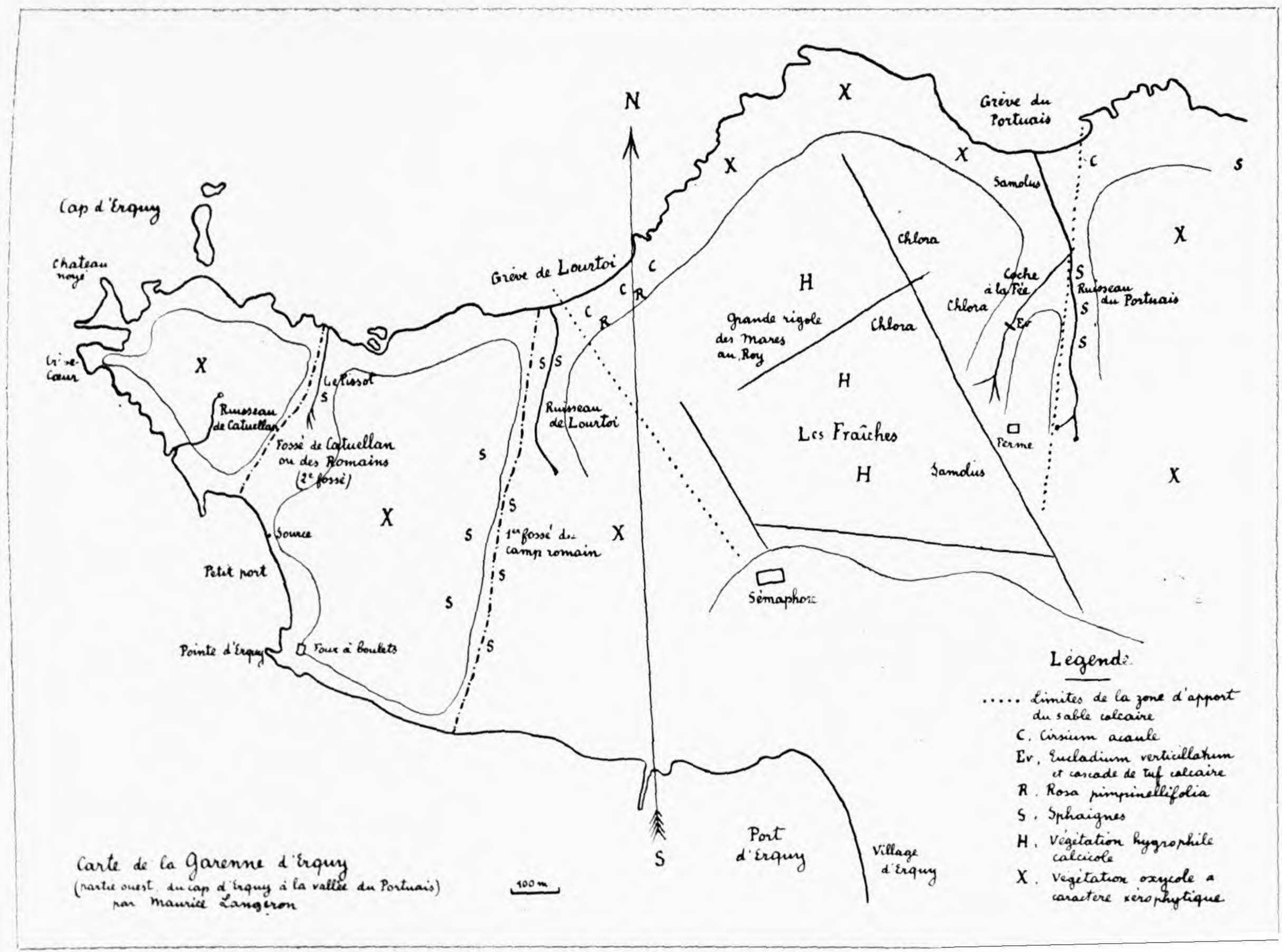
De l'étude critique que nous venons de faire, il résulte que, des cinq chiffres mentionnés plus haut, celui qui représente l'acide carbonique ne peut être pris en considération, puisqu'il est toujours entaché d'erreur et généralement très faible. Par suite, le chiffre des sels de magnésium ne peut non plus être déterminé exactement; d'ailleurs ce chiffre est presque toujours très faible. On peut donc, en pratique, faire abstraction, dans la plupart des cas, du 3e et du 4e degré et se contenter de prendre le degré total et le degré après ébullition. Le degré total peut alors être considéré comme ne représentant que la totalité des sels de calcium. Le degré après ébullition exprime donc les sels de calcium autre que le carbonate et ce dernier est donné par la différence des deux degrés. Telle est la marche que le botaniste pourra suivre pour connaître la quantité de carbonate de calcium que renferme une eau donnée. Le résultat obtenu n'est certaine-

ment pas d'une exactitude rigoureuse mais il donne une approximation suffisante et des résultats parfaitement comparables. L'erreur commise ne dépasse pas l'inexactitude inhérente à la méthode elle-même : comme le titrage des 2e et 4e degrés est presque toujours négatif, on peut les négliger sans inconvénient et si on a quelque doute au sujet de la présence des sels de magnésium, il est toujours facile de prendre le 2e degré suivant la technique que nous indiquerons plus loin. De nombreux dosages comparatifs, faits d'année en année dans le Jura et en Bretagne, nous permettent d'affirmer la constance des résultats obtenus.

II. — APPLICATION DE L'HYDROTIMÉTRIE A LA GÉOGRAPHIE BOTANIQUE.

Dans mes précédentes publications, j'ai largement utilisé, comme je l'ai dit plus haut, les données de l'hydrotimétrie pour expliquer la répartition géographique des Mousses, Hépatiques et Sphaignes. Afin de mieux démontrer combien sont précises les indications fournies par cette méthode, je reprends un des exemples choisis par M. F. Camus pour mettre en valeur l'importance des accidents locaux : il s'agit de la Garenne d'Erquy. Depuis 1907, je passe chaque année quelques semaines dans cette région de la Bretagne : bien que l'époque des vacances ne soit pas très favorable aux herborisations, j'ai pu néanmoins retrouver dans cette remarquable station presque toutes les raretés signalées par les botanistes bretons. J'ai été frappé aussi, dès ma première visite, par des faits très particuliers dont l'hydrotimétrie seule a pu me donner une explication satisfaisante. Je crois qu'il peut être intéressant de confirmer par les résultats de mes expériences les conclusions que M. F. Camus a tirées de sa parfaite connaissance de la flore bretonne et d'ajouter quelques faits nouveaux à ceux qu'il a constatés sur la Garenne d'Erquy.

Cette station se trouve dans le département des Côtes-du-Nord, sur le côté Est de la baie de Saint-Brieuc, sur un plateau qui domine au Nord-Est le village d'Erquy (Voir Planche VIII). Le sous-sol de ce plateau est constitué par la puissante assise de grès feldspathique qui s'étend d'Erquy au cap Fréhel, interrompue ça et là par des dunes, principalement au niveau de l'estuaire de la Bouche d'Erquy, entre Erquy et Plurien. Cette masse gréseuse est traversée en certains points par des filons



Carte de la Garenne d'Erquy
(partie ouest du cap d'Erquy à la vallée du Portuais)
par Maurice Langeron

de diabase, notamment au niveau du cap d'Erquy et au delà de la Bouche. On y trouve aussi de nombreux filonnets de quartz. En certains points apparaissent des poudingues pourprés, bien développés au cap Fréhel, mais qui se montrent déjà au Nord d'Erquy, à la pointe des Trois-Pierres, et qui forment un îlot au milieu des schistes cornés diabasifères, au sud des Hôpitaux d'Erquy.

La Garenne d'Erquy est la partie de ce plateau gréseux qui s'étend de la rade d'Erquy à l'estuaire de la Bouche : elle est limitée au Nord par la mer et au Sud par le contact avec les schistes cornés diabasifères, contact généralement marqué par une brusque dénivellation. La carte géologique (feuilles de Saint-Brieuc et de Dinan) n'indique pour la Garenne qu'une zone uniforme de grès feldspathique, traversée ça et là par des filons de diabase, dont la position est d'ailleurs très mal repérée. Nos observations nous ont démontré que ces filons avaient été représentés tout à fait au hasard.

La partie la plus intéressante de la Garenne est celle qui se trouve au Nord du sémaphore d'Erquy, entre les plages de Lourtoi et du Portuais, au lieu dit les Fraîches[1]. Cette station est nettement délimitée au Nord par la mer, à l'Ouest par le ruisseau de Lourtoi, à l'Est par le ruisseau du Portuais, au Sud par l'escarpement qui limite le massif de grès feldspathique. La surface en est plus ou moins marécageuse sur une grande étendue, par suite de l'imperméabilité du sous-sol. Les *Juncus*, *Scirpus*, y abondent, ainsi que le rare *Schœnus nigricans* qui y forme d'innombrables touffes; on y trouve aussi les *Epipactis palustris*, *Eriophorum angustifolium* et même le *Cladium Mariscus* (Gourio). En un point moins humide, situé au Nord-Ouest de la ferme du Portuais, un peu au Nord de la Rigole des Mares au Roy, ruisseau qui suit la ligne la plus déclive de la partie marécageuse, on aperçoit de nombreux individus de *Chlora perfoliata*, plante que tous les botanistes considèrent comme calcicole. Je n'ai visité cette station qu'aux mois d'août et de septembre, aussi ne puis-je connaître toutes les plantes calcicoles qui peuvent y

1. Grâce à l'amabilité et à l'inépuisable complaisance de M. le Mordan de Langourian, maire d'Erquy, toutes facilités m'ont été données pour consulter le plan cadastral de la commune d'Erquy et pour relever les noms exacts des localités mentionnées dans ce travail.

vivre en été. J'ai pourtant observé sur les talus des fossés de la partie marécageuse l'*Inula Conyza* qui, dans l'Est, montre des préférences nettement calciphiles : en des points plus secs de ces talus apparaissent *Cirsium acaule* et *Rosa pimpinellifolia*. Sur les parois des fossés végètent en abondance *Amblystegium filicinum*, *Hypnum molluscum*, *Hypnum Helodes*, mais en cherchant dans les tapis d'*Hypnum cuspidatum*, je n'ai pu y retrouver l'*Hypnum fluitans*, si abondant en d'autres points. Par contre, une petite forme du *Chara fœtida* garnit le fond de la plupart des ruisseaux. Bien entendu, dans tout ce vaste marécage, il n'y a pas trace de Sphaignes. Pourtant on y trouve ça et là des pieds d'Ajonc, nombreux en certains points mais de plus en plus rares à mesure qu'on s'approche de l'aire occupée par le *Chlora*. Telle est la physionomie de cette portion de la Garenne.

Dans les autres points, la végétation est purement silicicole, à caractère xérophytique. Les croupes qui dominent au Nord sont couvertes d'un tapis serré de Bruyères et d'Ajoncs. Plus à l'Ouest, en se dirigeant du côté du cap d'Erquy, on trouve encore des parties humides et même marécageuses, mais d'un tout autre aspect : ici la végétation est courte, et la terre noire est chargée d'humus acide. L'eau se rassemble dans des dépressions tortueuses, hérissées de grosses touffes de *Schœnus* et d'autres Cypéracées, bordées de tapis plus ou moins épais de *Sphagnum*. Çà et là, parmi ces Sphaignes, on trouve *Hypnum fluitans*, *Drosera rotundifolia*, *Pinguicula lusitanica*, *Pedicularis palustris*, etc. L'éperon formé par le cap d'Erquy est barré par un remblai (dit camp des Romains) qui part des carrières pour aboutir aux falaises qui dominent la plage de Lourtoi. En avant de ce remblai, du côté de la terre, se trouve une sorte de fossé, de profondeur irrégulière ; l'eau qui ruisselle des croupes avoisinantes s'y rassemble, formant en certains points des mares profondes. Ce fossé est presque partout garni de Sphaignes et d'*Hypnum fluitans* ; ces plantes prennent un développement particulièrement luxuriant dans une mare située non loin de la petite vallée qui descend à Lourtoi. Le même facies se retrouve à l'Est du ruisseau du Portuais, entre le Portuais et le Guin : les dépressions humides sont remplies de Sphaignes au milieu desquelles vivent *Helodes palustris*, *Carum verticillatum*, *Ana-*

gallis tenella, *Pinguicula lusitanica*, etc. Les parties plus sèches sont couvertes de Bruyères et d'Ajoncs et entremêlées de pineraies.

Tous les vallons qui descendent à la mer sont occupés par des marécages suspendus, d'étendue plus ou moins grande, présentant tous les caractères des tourbières à Sphaignes. Prenons comme exemple celui qui occupe la partie moyenne de la petite vallée du Portuais : il renferme toutes les plantes caractéristiques de ces petites tourbières et il présente en même temps les relations les plus curieuses avec le marécage de la Garenne, dans lequel nous avons signalé des plantes calcicoles.

La Vallée du Portuais présente deux parties bien distinctes à peu près d'égale étendue. La partie supérieure est occupée par une petite prairie où se trouvent deux sources. Un peu plus bas la prairie devient de plus en plus marécageuse, puis constitue un véritable marécage à Sphaignes où on trouve encore en automne :

Cicendia filiformis.
Triglochin palustre.
Narthecium ossifragum.
Drosera rotundifolia.
Pinguicula lusitanica.
Anagallis tenella.
Carum verticillatum.
Schœnus nigricans.
Juncus maritimus.
Heleocharis palustris.
Scirpus Savii.
Helodes palustris.
Pedicularis palustris.
Carex pulicaris, etc.

L'*Hypnum fluitans* y est abondant. Il est à noter que ce marécage à Sphaignes s'étend de préférence sur la rive droite de la vallée, du côté de l'Est. Il semble fuir la rive gauche où se trouvent pourtant plusieurs sources formant un ruisselet parallèle au marécage. Les Sphaignes et l'*H. fluitans* disparaissent brusquement le long de ce ruisselet, sur les bords duquel on ne trouve qu'*Hypnum cuspidatum*, *H. stellatum*, *Amblystegium filicinum* et même *Hypnum Helodes*.

Sur la rive gauche et à peu près au milieu, débouche obliquement une autre vallée où coule un ruisseau d'allure torrentueuse, le Coche à la Fée, dont le lit est presque toujours en partie desséché. Dès que ce ruisseau s'est jeté dans le marécage de la vallée principale, on voit les Sphaignes disparaître : il faut remonter de quelques pas en amont et passer sur la rive droite pour les retrouver. Bien que la vallée reste marécageuse dans

la plus grande partie de sa moitié inférieure, on n'y voit plus ni *Sphagnum*, ni *Hypnum fluitans*, ni aucune des plantes hygrophiles calcifuges qui abondaient dans la partie supérieure. On y trouve au contraire parmi les *Juncus* et les *Scirpus*, *Hydrocotyle vulgaris*, *Alisma ranunculoides*, *Epipactis palustris*, *Scrofularia aquatica*, et autres plantes hygrophiles plus ou moins indifférentes. Notons l'abondance du *Samolus Valerandi* qui est généralement considéré comme préférant les stations humides du calcaire.

Cette répartition si curieuse des Sphaignes et la répulsion qu'elles manifestent pour les eaux qui proviennent des sources et du ruisseau de la rive gauche vont s'expliquer très bien par l'hydrotrimétrie.

En étudiant systématiquement les eaux qui stagnent à la surface de la Garenne d'Erquy et celles qui sourdent à la base des falaises, on voit qu'elles appartiennent à deux catégories bien distinctes : toutes celles qui proviennent des points où le grès n'est recouvert que par l'humus ou la terre arable ont un titre hydrotimétrique très faible. Toutes celles qui sortent des régions où le vent apporte le sable coquillier des dunes ont un titre hydrotimétrique élevé, dû au carbonate de calcium. La répartition des dunes ou simplement des plages sableuses va nous donner la clef de la répartition des facies à la surface de la Garenne. En suivant la côte à partir du port d'Erquy on ne trouve, en passant par la pointe des Trois-Pierres, la plage du Petit-Port et le cap d'Erquy que des falaises de grès pourpré ou de grès feldspathique et des plages de gros galets. Aussi, sur la Garenne, ne trouve-t-on, dans toute cette zone qu'une végétation exclusivement silicicole à caractère xérophytique : les Sphaignes abondent dans les endroits humides. L'eau d'une mare pérenne, correspondant au premier fossé creusé en avant du remblai qui barre l'éperon du cap et remplie de Sphaignes a la composition moyenne suivante :

Degré total	8
Degré après ébullition	5
CO^3Ca	0,03

Pendant les grandes pluies de l'automne 1910, le degré total est tombé à 6 et même à 4 certains jours, mais la moyenne